

PAT-NO: JP404013956A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04013956 A

TITLE: DETECTING METHOD FOR SURFACE DEFECT OF METAL  
MEMBER

PUBN-DATE: January 17, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIROHASHI, TATATOMI

YOKOYAMA, SHUNJI

MIZUNO, MASASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

DAIDO STEEL CO LTD

N/A

MITSUBISHI ELECTRIC CORP

N/A

APPL-NO: JP02117399

APPL-DATE: May 7, 1990

INT-CL (IPC): G01N025/72, B21C051/00

US-CL-CURRENT: 374/4

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a detection signal having high S/N ratio and to simplify a facility without necessity of a water sprinkler, a drier by varying the frequency of a high frequency current based on the depth of a surface defect of a metal member required to be detected, and regulating the immersion depth of an induced current.

CONSTITUTION: When A metal member is disposed in a coil, a high frequency current flows to the coil and an induction current is induced in the member, this current concentrically flows on the surface of the member. If a defect exists on the surface, the current flows through a roundabout way. Accordingly, the length of a current path is increased to enhance an apparent resistance, and the temperature of the defect is locally raised. Therefore, the surface defect can be detected by scanning and detecting the temperature distribution of the surface by an infrared ray camera. If the frequency of the current is varied, the immersion depth of the current flowing to the member is varied, and heat generating conditions are also differentiated. Thus, the material and the depth of the defect to be detected can be detected by variably regulating the frequency of the current.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-13956

⑪ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月17日

G 01 N 25/72  
B 21 C 51/00K 8310-2 J  
P 8315-4 E

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 金属部材の表面傷検出方法

⑮ 特 願 平2-117399

⑯ 出 願 平2(1990)5月7日

⑰ 発 明 者 白 橋 忠 臣 愛知県名古屋市中区錦1丁目11番18号  
⑰ 発 明 者 横 山 俊 司 愛知県知多市旭桃台158番地  
⑰ 発 明 者 水 野 正 志 愛知県知多郡阿久比町板山字西八海道山22-29  
⑰ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 愛知県名古屋市中区錦1丁目11番18号  
⑰ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
⑰ 代 理 人 弁理士 伊 藤 毅

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

金属部材の表面傷検出方法

## 2. 特許請求の範囲

金属部材を高周波電流により誘導加熱し、その金属部材の表面から放射される赤外線放射エネルギーの分布を赤外線カメラにより検出するようにした表面傷検出方法において、検出を要する金属部材の表面傷の深さを基に高周波電流の周波数を変化させることにより誘導電流の浸透深さを調整することを特徴とした金属部材の表面傷検出方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は金属部材の表面傷を検出する方法に関するものである。

(従来の技術)

例えば圧延処理された金属部材の表面傷の有無を検出する方法として従来から赤外線探傷法が知られている。これは金属部材を高周波誘導コイル

中に通過させることにより該金属部材の表面に高周波電流を誘起させて該金属部材の表面を誘導加熱しその直後に赤外線カメラにより該金属部材の表面の温度分布を測定しそのとき傷部分の温度検出力はパルス状に大きく変化することで傷の存在を検出しようとしたものである。

しかしこの赤外線探傷法において、使用されている高周波電流は従来では被検出物である金属部材の種類や検出を要する傷の深さとは関係なく常に一定の周波数のものが使用されていたので、その金属部材の材質や表面状態に影響されSN比が非常に悪くなることがあって正確な検出を困難にすることがあった。

そこで、例えば特開昭58-85146号公報にて開示された赤外線探傷法では被検出物である金属部材の表面に液体(水)を吹掛けて表面を加湿状態とすることによりSN比を改善し検出を容易ならしめようとしたものであった。

(従来技術の課題)

しかし金属部材の表面を上記のように液体で湿

潤させると検査後にそれを乾燥する工数を要し乾燥が不完全であると品質に影響を与える等のおそれがある。

(課題を解決するための手段)

本発明の金属部材の表面傷検出方法は上記課題を解決しようとするもので、金属部材を高周波電流により誘導加熱し、その金属部材の表面から放射される赤外線放射エネルギーの分布を赤外線カメラにより検出するようにした表面傷検出方法において、検出を要する金属部材の表面傷の深さを基に高周波電流の周波数を変化させることにより誘導電流の浸透深さを調整することの特徴としたものである。

(実施例)

コイルの中に被検出物たる金属部材を置いて該コイルに高周波電流を流し金属部材に誘導電流を誘起させると、この誘導電流は金属部材の断面を一樣に流れるのではなく表面に集中して流れる。そして、その誘導電流の金属部材表面からの浸透深さPは次の(1)式で与えられる。

3

表面傷を検出できる。

第3図に長尺角形鋼材を被検出材とする表面傷検出装置の系統図を示し、図中1は被検出材たる金属部材で、該金属部材1はローラー搬送装置(図示せず)の駆動により一定速度で矢印の方向に移動する。2はインバータ3により周波数コントロールされた高周波電流が流される高周波誘導コイルで該コイル2中を金属部材1が通過する。該コイル2の直後には該金属部材1の各面に相対するように赤外線カメラ4を4台設置している。5は該各赤外線カメラ4から得られた映像信号を処理するデータ処理盤、6は制御盤である。

しかして本発明では検出しようとする傷の深さに合わせてインバータ3を調整しその高周波電流の周波数を可変設定する。高周波電流の周波数を変化すればその関数として示される前記(1)式の金属部材1を流れる誘導電流の浸透深さが変わるの第2図に従い説明した発熱条件も異なって来る。このため高周波電流の周波数を可変調整することにより、その材質および検出しようとする傷深さ

$$P = 5.03 \sqrt{\rho / \mu f}$$

ここで、P：誘導電流の浸透深さ (cm)

$\rho$ ：金属部材固有抵抗 ( $\mu \Omega \cdot \text{cm}$ )

$\mu$ ：金属部材実行透磁率

f：高周波電流の周波数 (Hz)

第1図は、この誘導加熱における高周波電流の周波数とその誘導電流の浸透深さとの関係を金属部材毎にグラフに表わしたものである。

このように金属部材に誘起される誘導電流の浸透深さはその金属部材の固有抵抗の平方根に比例し、その金属部材の実行透磁率の平方根に反比例し、高周波電流の周波数の平方根に反比例する。

一方、金属部材の表面を流れる誘導電流は第2図に示したように表面に傷があると直進が妨げられ矢印で示したように迂回するために電流路長が長くなり見かけ上の抵抗が高くなり、発熱量がこの傷のあるところで多くなってその部分を局部的に温度上昇させる。従ってこの金属部材の表面の温度分布を赤外線カメラで走査し検出することで

4

に即した検出が可能となる。なお、経験的には(1)式にて算出される誘導電流の浸透深さが検出しようとする傷深さの10分の1程度となるのが望ましく、そのように周波数を設定することでSN比を大幅に向上させることができた。

また、前記赤外線カメラ4としては、波長3～5  $\mu\text{m}$ の中赤外線の放射エネルギーを検出できる赤外線カメラを使用するのが望ましい。この波長の赤外線は大気中の透過率が高くかつ比較的低温度(300 K以上)の物体からも放射される。そして多数の半導体撮像素子が二次元配列された赤外線カメラ4にレンズを通してその検出物の赤外線像が結像し、その素子に受光赤外線強度に応じて発生する電荷(映像信号)が電子走査によって逐次データ処理盤5に出力される。

ところで、プランクの放射則によれば、波長 $\lambda$ と、絶対温度Tと、放射エネルギーEとは次式の関係がある。

$$E = \frac{6 \times 10^{-19}}{\lambda^5} \times \frac{1}{\exp\left(\frac{0.0144}{\lambda T}\right) - 1} \quad (2)$$

5

6

従来の赤外線深傷法では波長 $8\sim 13\mu\text{m}$ の遠赤外線を検出する赤外線カメラが使用されていたが、検出する波長 $\lambda$ を $3\sim 5\mu\text{m}$ と短くすることによりその検出物の放射率が測定温度に与える影響を少なくすることができ温度の異なる領域の識別がしやすい。このため波長 $3\sim 5\mu\text{m}$ の放射エネルギーを検出する赤外線カメラ4には金属部材1の表面の赤外線放射率の変化による受光赤外線強度の変動が温度変化による赤外線強度の変動より少なく、一層S/N比を高く表面傷が識別しやすい出力を得ることができる。

(発明の効果)

このように本発明の金属部材の表面傷検出方法によればS/N比の高い検出信号を得ることができ、金属部材を水等で濡潤しなくてもその表面傷を検出することができるようになったので、従来のような水散付装置や乾燥装置を必要とせず設備が簡略化できると共に金属部材の品質を損うおそれもなく、しかもミス検知のおそれもなく高精度に表面傷を検出できる有益な効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の金属部材の表面傷検出方法の一実施例を示したもので、第1図は高周波電流の周波数と誘導電流の浸透深さとの関係を示したグラフ、第2図は金属部材内の誘導電流の流れを示した断面図、第3図は検出装置の系統図である。

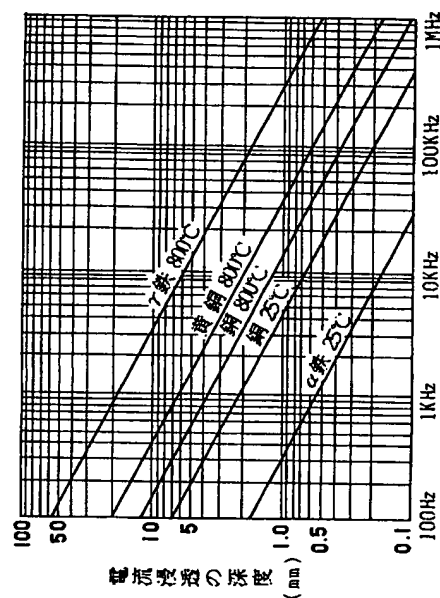
1…金属部材、2…高周波誘導コイル、4…赤外線カメラ。

特許出願人 大同特殊鋼株式会社

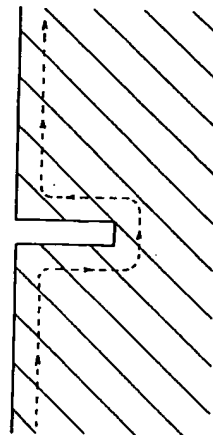
代理人 弁理士 伊 藤

般以伊辨  
印藤理  
殺鉄士

第1図



第2図



第3図

